

**PENGARUH PEMBALIKAN ARAH ARUS LALULINTAS TERHADAP
KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL
(Studi Kasus Jalan Dr. Radjiman – Jalan Komodor Yos Sudarso, Kota
Surakarta)**

NASKAH PUBLIKASI

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat S-1 Teknik Sipil



Diajukan oleh:

ANDRIAS HERMAWAN

NIM: D100 090 055

NIRM: 09.6.106.03010.5.0055

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2014

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PEMBALIKAN ARAH ARUS LALULINTAS TERHADAP
KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL**

**(Studi Kasus Jalan Dr. Radjiman – Jalan Komodor Yos Sudarso, Kota
Surakarta)**

Naskah Publikasi

diajukan dan dipertahankan pada Sidang Pendadaran

Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji

Pada tanggal **15 April 2014**

diajukan oleh :

ANDRIAS HERMAWAN

NIM : D 100 090 055

NIRM : 09 6 106 03010 50055

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



(Ika Setyaningsih, S.T., M.T.)

NIK: 923



(Nurul Hidayati, S.T., M.T., Ph.D.)

NIK : 694

Anggota



(Muslich Hartadi Sutanto, S.T., M.T., Ph.D.)

NIK: 815

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik



(Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph. D)

NIK :792



(Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph. D)

NIK : 682

ABSTRAKSI

PENGARUH PEMBALIKAN ARAH ARUS LALULINTAS TERHADAP KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI KASUS JALAN DR. RADJIMAN – JALAN KOMODOR YOS SUDARSO, KOTA SURAKARTA)

Andrias Hermawan¹⁾, Ika Setiyaningsih²⁾, Nurul Hidayati³⁾

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1
Pabelan Kartasura Surakarta,

email: andriashermawan62@gmail.com

Simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso merupakan salah satu simpang tak bersinyal di Kota Surakarta. Fenomena yang sering terlihat di simpang tersebut adalah antrian kendaraan yang cukup panjang pada saat jam puncak. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang tak bersinyal kondisi saat ini, simpang tak bersinyal setelah ada pembalikan arah arus lalulintas, dan simpang tersebut setelah ada pembalikan arah arus lalulintas dengan kondisi simpang bersinyal.

Metode yang digunakan untuk analisis simpang ini adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan parameter yang dicari yaitu kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, panjang antrian, dan kendaraan terhenti. Data yang digunakan untuk keperluan analisis adalah data primer (meliputi: kondisi geometrik, lingkungan, dan lalulintas) dan data sekunder (meliputi: jumlah penduduk dan peta Kota Surakarta) yang diperoleh dari instansi terkait.

Berdasarkan hasil analisis kondisi *existing* diperoleh kinerja simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso yang sudah tidak layak lagi. Hal ini terlihat dari nilai kapasitas (C) hari Sabtu 2928 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) 1,139, tundaan simpang (D) 29,504 detik/smp, dan peluang antrian (QP) 53 % - 106 %. Berdasarkan hasil analisis kondisi *existing* diketahui nilai derajat kejenuhan tidak memenuhi kriteria yang diisyaratkan, kemudian dilakukan alternatif pembalikan arah arus lalulintas kondisi simpang tak bersinyal yang terbaik diperoleh nilai kapasitas (C) 3610 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) 0,887, tundaan simpang (D) 15,045 detik/smp, peluang antrian (QP) 32 % - 62 %. Perbaikan lain dengan melakukan alternatif pembalikan arah arus lalulintas dengan kondisi simpang bersinyal menghasilkan nilai kapasitas pendekatan Utara 1134 smp/jam, pendekatan Selatan 1143 smp/jam, dan pendekatan Timur 1103 smp/jam, nilai derajat kejenuhan (DS) pendekatan Utara 0,691, pendekatan Selatan 0,694, dan pendekatan Timur 0,614, panjang antrian maksimum (QL) 45 m, kendaraan terhenti rata – rata simpang (NS_{TOT}) 0,86 stop/smp, dan tundaan rata – rata simpang (D) 24,67 detik/smp. Berdasarkan hasil beberapa alternatif yang dilakukan diketahui bahwa penerapan simpang bersinyal akan memberi hasil yang lebih baik.

Kata kunci: simpang tak bersinyal, simpang bersinyal, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrian, kendaraan terhenti

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagai kota yang mulai berkembang dari sisi budaya, ekonomi, dan politik modern di Kota Surakarta, maka diperlukan sarana dan prasarana pendukung yang memadai. Salah satu yang perlu ditingkatkan agar dapat menunjang mobilitas yang terjadi saat ini adalah prasarana transportasi, khususnya pertemuan jalan. Simpang jalan merupakan bagian dari jaringan jalan yang mempunyai peran penting dalam memperlancar arus lalulintas. Simpang ini juga merupakan titik tempat pertemuan berbagai pergerakan yang tidak

sama arahnya, baik pergerakan yang dilakukan orang dengan kendaraan maupun tanpa kendaraan (pejalan kaki). Pergerakan – pergerakan tersebut dapat mengakibatkan kemacetan lalulintas.

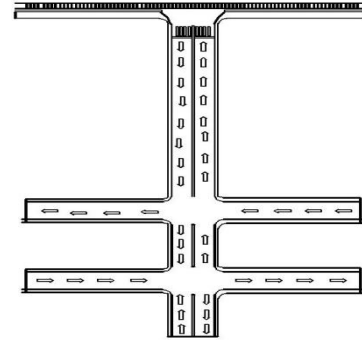
Simpang Nonongan terletak pada perpotongan antara Jl. Slamet Riyadi – Jl. Komodor Yos Sudarso – Jl. H. Ahmad Dahlan dan merupakan salah satu simpang bersinyal di Kota Surakarta. Fenomena yang terjadi pada simpang tersebut adalah panjang antrian yang cukup panjang pada saat memasuki Jl. Komodor Yos Sudarso sampai dengan simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso.

Simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso merupakan salah satu simpang tak bersinyal di Kota Surakarta. Fenomena yang sering terlihat di simpang jalan ini adalah antrian kendaraan yang cukup panjang pada saat jam puncak. Hal ini dapat mengganggu aktifitas perekonomian sekitar lokasi tersebut. Fenomena ini terutama terlihat pada arus dari Jl. Dr. Radjiman (sisi timur) yang menuju ke Jl. Dr. Radjiman (sisi barat) dan dari Jl. Komodor Yos Sudarso (sisi barat) yang menuju Jl. Dr. Radjiman (sisi barat) maupun lurus menuju ke Jl. Komodor Yos Sudarso (kepusat Kota Surakarta). Aktifitas di samping jalan pada pendekatan simpang cukup padat, seperti banyaknya kendaraan - kendaraan yang berhenti menurunkan dan menaikkan barang, serta banyaknya kendaraan yang parkir di badan jalan. Hal ini mengakibatkan kapasitas ruas jalannya menjadi berkurang, padahal volume lalu lintas yang melewati pertemuan cukup besar.

Pada simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso dalam pengaturannya saat ini masih terjadi kesemrawutan, sehingga kendaraan yang melewati persimpangan tersebut kurang mendapatkan pelayanan dan berjalan tidak secara optimal. Hal ini terlihat pada simpang tersebut dalam pengaturannya masih menggunakan tenaga pembantu pengatur lalu lintas. Pada lajur Jl. Komodor Yos Sudarso (sisi timur) ketika kondisi terjadi antrian yang panjang terkadang dilakukan klep atau buka – tutup untuk pergerakannya dari arah utara yang menuju ke selatan.

Berdasarkan kondisi simpang seperti yang dijelaskan dalam alinea sebelumnya penyusun akan melakukan penelitian tentang kinerja simpang tak bersinyal tersebut dengan menggunakan data sesuai kondisi pengaturan yang ada, tetapi akan dianalisis dengan asumsi pembalikan arah arus lalu lintas yang sebelumnya sudah dilakukan di Jl. Praban di Surabaya dan di Bali. Pembalikan arah arus lalu lintas adalah arah arus lalu lintas yang sebelumnya berjalan di lajur kiri kemudian dipindahkan ke lajur kanan dan begitu juga sebaliknya. Skenario pembalikan arah arus lalu lintas akan dimulai pada simpang bersinyal Jl. Slamet Riyadi – Jl. Komodor Yos Sudarso dan berintegrasi pada simpang tak bersinyal Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso dan setelah itu arus akan berpindah di lajur kiri lagi dengan dilakukan bagian jalinan (*weaving*) pada Jl. Komodor Yos Sudarso – Jl. Kalilarang. Skenario yang akan dilakukan adalah pembalikan arah arus lalu lintas pada Jl. Komodor Yos Sudarso sampai dengan simpang Jl. Komodor Yos Sudarso – Jl. Kalilarang. Saat ini lajur barat dari ruas tersebut

arusnya bergerak dari selatan menuju utara, sedangkan lajur timur adalah sebaliknya. Pembalikan arah arus lalu lintas diharapkan dapat mengurangi konflik yang ada atau mengurangi kemacetan untuk kedepannya. Skenario pembalikan arah arus lalu lintas yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skenario pembalikan arah arus lalu lintas

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dibuat suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja simpang tak bersinyal Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso saat ini?
2. Bagaimana kinerja simpang tak bersinyal Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso jika ada pembalikan arah lalu lintas?
3. Bagaimana kinerja simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso jika ada pembalikan arah arus lalu lintas dengan simpang bersinyal?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk:

1. Mengetahui kinerja simpang tak bersinyal Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso saat ini.
2. Mengetahui kinerja simpang tak bersinyal Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso setelah ada pembalikan arah arus lalu lintas.
3. Mengetahui kinerja simpang Jl. Dr. Radjiman - Jl. Komodor Yos Sudarso setelah ada pembalikan arah arus lalu lintas dengan simpang bersinyal.

Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan memudahkan dalam menjawab inti permasalahan yang diinginkan maka dibuat suatu batasan masalah sebagai berikut:

1. Konflik yang ditinjau adalah konflik pergerakan antar kendaraan serta antara pergerakan pejalan kaki.

2. Pengambilan data dilakukan pada jam puncak selama dua jam dan dua hari yang berbeda, yaitu:
 - Siang : Pukul 11.30 – 13.30 dengan pertimbangan pada jam – jam tersebut banyak aktifitas pekerja yang istirahat dan memulai bekerja lagi setelah istirahat.
 - Hari : Selasa dan Sabtu.
 - Hari selasa untuk mewakili hari biasa dan hari sabtu untuk mewakili akhir pekan (*weekend*).
3. Untuk pembalikan arah arus lalu lintas hanya sebagai asumsi untuk keperluan analisis yaitu dengan gambaran pergerakan yang awalnya di ruas sisi kiri kemudian dilakukan perubahan menjadi di ruas sisi kanan.
4. Analisis kinerja yang dilakukan berdasarkan MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia).

Manfaat Penelitian

Secara umum manfaat penelitian adalah untuk menjawab masalah yang disajikan. Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan, pengalaman, pengenalan, dan pengamatan di bidang sistem transportasi khususnya simpang tak bersinyal.
2. Memberikan wawasan maupun pengetahuan baru dalam menganalisis kinerja simpang tak bersinyal dengan melakukan pembalikan arah arus lalu lintas dan diharapkan dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya.
3. Memberikan informasi tentang kelayakan kinerja simpang tersebut, sehingga kedepannya dapat mengoptimalkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Simpang

Menurut Alamsyah (2005), simpang adalah pertemuan dua atau lebih jaringan jalan dan membagi tipe pertemuan pergerakan lalu lintas menjadi empat yaitu: pemencaran (*diverging*), penyatuan (*merging*), persilangan (*crossing*), jalinan (*weaving*).

Hobbs (1995) mendefinisikan simpang menjadi tiga macam yaitu:

1. Pertemuan jalan sebidang (*at – grade junction*) adalah jalan yang berpotongan pada satu bidang datar dan terdapat semua gerakan membelok dengan jumlah simpang jalan tidak boleh lebih dari empat buah.

2. Pertemuan jalan tak sebidang (*at – grade junctions*) adalah jalan berpotongan melalui atas atau bawah.
3. Kombinasi antara tipe 1 dan tipe 2

Pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), simpang adalah pertemuan dua atau lebih jalan yang bersilangan. Secara umum simpang terbagi menjadi dua yaitu: simpang tak bersinyal dan simpang bersinyal.

1. Simpang Tak Bersinyal

Menurut Munawar (2006), simpang tak bersinyal (*unsignalised intersection*) adalah simpang yang dalam pengaturannya atau pengendaliannya tidak menggunakan sinyal lalu lintas (*traffic signal*). Simpang tak bersinyal paling banyak dilihat diperkotaan dan lebih cocok apabila dikondisi arus lalu lintas di jalan minor, pergerakan membelok sedikit.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), simpang tak bersinyal (*unsignalised intersection*) adalah aturan dasar lalu lintas Indonesia dengan memberikan jalan kepada kendaraan lain dan dasar kinerja simpang tak bersinyal meliputi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian. Simpang tak bersinyal dikategorikan menjadi 3 yaitu: simpang tanpa kontrol, simpang dengan prioritas, dan simpang dengan pembagian ruang.

2. Simpang Bersinyal

Menurut Alamsyah (2005), simpang bersinyal (*signalised intersection*) adalah simpang yang dalam pengaturannya menggunakan lampu lalu lintas.

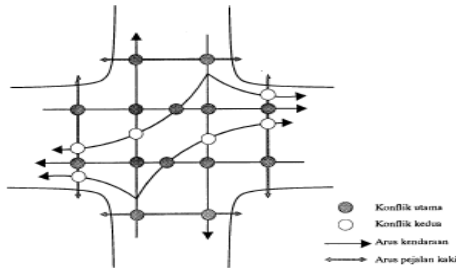
Menurut Oglesby dan Hicks (1993), simpang bersinyal (*signalised intersection*) adalah simpang yang dikendalikan dengan sinyal lalu lintas.

Dalam buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia untuk simpang bersinyal mempunyai berbagai parameter dalam pengaturannya yaitu meliputi: fase, waktu siklus, waktu hijau, waktu hijau maksimum, waktu hijau minimum, rasio hijau, waktu merah semua, waktu kuning, antar hijau, dan waktu hilang.

Konflik

Menurut Alamsyah (2005), konflik adalah kondisi yang terjadi pada masing – masing titik dengan tingkat keparahan kecelakaan setiap pergerakan baik yang belok kiri, belok kanan, dan lurus. Jumlah titik yang terjadi konflik pada simpang tergantung dari jumlah kaki simpang, jumlah lajur dari kaki simpang, jumlah pengaturan simpang, dan jumlah arah pergerakan.

Menurut Hobbs (1995), konflik adalah kondisi dimana tiap titik terjadi tingkat keparahan kecelakaan. Dalam buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) dinyatakan bahwa konflik pada simpang dapat ditanggulangi dengan sinyal untuk memisahkan pergerakan yang membelok dengan yang lurus melawan.



Gambar 2. Konflik – konflik utama dan kedua pada simpang dengan empat lengan

Arus Lalulintas

Menurut Hobbs (1995), arus lalulintas adalah jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu. Menurut Alamsyah (2005), arus lalulintas adalah interaksi antara pengemudi, kendaraan saat berada di jalan.

Menurut buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), arus lalulintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada jalan untuk satu atau lebih periode waktu tertentu.

Kapasitas

Menurut Munawar (2006), kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalulintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan. Pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), kapasitas adalah arus lalulintas yang dapat dipertahankan dari suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu, dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Menurut Khisty dan Lall (2003), kapasitas adalah kondisi pada simpang untuk setiap kelompok lajur yang merupakan arus lalulintas maksimum setiap jam.

Derajat Kejenuhan

Pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), derajat kejenuhan adalah rasio yang paling berpengaruh terhadap kapasitas dan digunakan dalam penentuan kinerja simpang.

Menurut Alamsyah (2005), derajat kejenuhan adalah perbandingan volume arus lalulintas dengan kapasitas.

Tundaan

Menurut Tamin (2000), tundaan adalah jumlah waktu yang menghambat kendaraan lewat pada simpang. Menurut Alamsyah (2005), tundaan adalah rata – rata waktu tunggu kendaraan yang melewati jalan.

Menurut Hobbs (1995), tundaan disebabkan karena kendaraan pada simpang terlalu ramai, lebar jalan yang terlalu kecil, dan parkir mobil di jalan. Pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) membagi tundaan dengan beberapa macam.

Peluang Antrian

Pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), peluang antrian adalah ditentukan dari kurva antara peluang antrian dan derajat kejenuhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian di simpang Jl. Dr. Radjiman - Jl. Komodor Yos Sudarso ini dilakukan untuk menganalisis kinerja simpang tak bersinyal yang ada saat ini dan membandingkannya ketika dilakukan pembalikan arah arus lalulintas.

Lokasi dan Waktu Penelitian

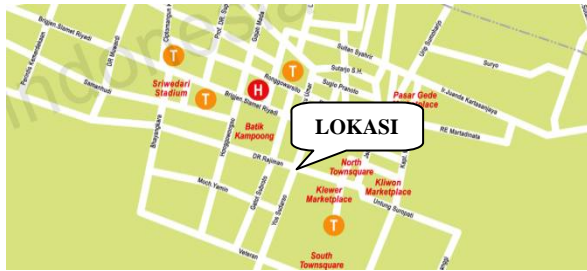
Lokasi penelitian terletak di simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso. Pemilihan lokasi ini dengan pertimbangan antara lain:

1. Merupakan jalan penghubung ke pusat – pusat kegiatan ekonomi di Kota Surakarta.
2. Arus lalulintas yang melewati simpang tersebut cukup besar dengan kondisi yang tetap.
3. Kamacetan pada simpang sering tidak terurai dengan cepat pada saat jam – jam puncak.
4. Jumlah konflik pada simpang cukup banyak.

Waktu penelitian dilaksanakan pada dua hari yang berbeda, yaitu dengan mengambil:

1. Hari Selasa, 19 Nopember 2013 untuk mewakili hari biasa (aktifitas sekolah dan kerja).
2. Hari Sabtu, 23 Nopember 2013 untuk mewakili hari tidak biasa (ada aktifitas yang bekerja, sekolah, dan libur).

Untuk pemilihan waktu penelitian dilaksanakan siang hari pukul 11.30 – 13.30. Pada penelitian ini dilaksanakan dengan waktu selama dua jam pengambilan data dilapangan dengan menggunakan tenaga manusia (*surveyor*). Pada saat jam – jam tersebut banyak aktifitas pekerja yang istirahat dan memulai bekerja lagi setelah istirahat.



Gambar 3. Denah Lokasi Simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso



Gambar 4. Lokasi Simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso

Data

Data pada penelitian simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso terbagi menjadi:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung di lapangan, yaitu:

a. Data geometrik jalan

Data geometrik jalan diperoleh dari pengukuran lebar pendekat tiap lengan, lebar median, penentuan kode pendekat (barat, timur, utara, dan selatan). Pengukuran dilakukan pada saat kondisi arus lalu lintas sepi.

b. Data kondisi lingkungan

Data lingkungan diperoleh dari pengamatan aktifitas di sekitar simpang dan sepanjang jalan yang meliputi parkir, pejalan kaki, dan pedagang kaki lima.

c. Data lalu lintas

Data lalu lintas diperoleh dengan mencatat semua jenis kendaraan yang melewati seluruh pendekat, yang terdiri dari: arus yang bergerak lurus, belok kanan, dan belok kiri.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait yaitu instansi yang berwenang dalam penyediaan data yang berhubungan dengan penelitian yang mencakup simpang tak bersinyal. Data yang dipakai antara lain dari

instansi berupa peta Kota Surakarta dan data jumlah penduduk Kota Surakarta saat ini.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan langkah untuk mendapatkan data yang bersifat primer dan sekunder dengan cara observasi atau survei langsung di lapangan untuk data primer, sedangkan untuk data sekunder dapat mencari pada instansi terkait. Proses pengumpulan data yang dilakukan meliputi:

1. Persiapan peralatan untuk survei

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk pengambilan data lapangan adalah:

a. Stopwatch

Digunakan untuk menentukan waktu periode pengamatan kendaraan.

b. Hand counter atau pencacah

Digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati simpang tersebut berdasarkan kendaraan yang belok kiri, kanan, dan lurus. Untuk alat ini digunakan ketika saat penghitungan proses pengambilan data secara langsung di lapangan.

c. Alat pengukur (*roll meter*)

Alat ini digunakan untuk mengukur lebar masing – masing pendekat.

2. Survei pendahuluan

Sebelum dilakukan penelitian atau pengamatan langsung di lapangan perlu dilakukan survei pendahuluan agar dalam pelaksanaannya tidak mengalami kendala yang begitu banyak:

a. Pengamatan terlebih dahulu mengenai kondisi arus lalu lintas jam puncak.

b. Merencanakan jumlah tenaga survei setiap lengan.

c. Menentukan hari dan waktu

Hari : Selasa, 19 Nopember 2013 dan Sabtu, 23 Nopember 2013

Jam : Pukul 11.30 – 13.30 (siang hari)

d. Menentukan jumlah *surveyor* pada tiap lengan.

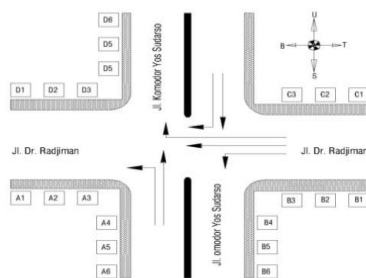
4. Penyusunan formulir penelitian

Adapun cara penyusunan formulir survei sebagai berikut:

a. Formulir dibagi menjadi 5 bagian dengan mengklasifikasikan menurut jenis kendaraan sebagai berikut:

1) Kendaraan ringan (*LV*): kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda (meliputi: Mobil sedan, Kendaraan roda 3 yang besar atau untuk muatan barang, *Jeep*, dan *Pick Up*).

- 2) Kendaraan sedang (*MV*): kendaraan bermotor ber as dua dengan kondisi sedang (meliputi: Mikrotruk, Minibus)
 - 3) Kendaraan berat (*HV*): kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: Bis, Truk 2 as, Truk 3 as, dan Truk kombinasi).
 - 4) Sepeda motor (*MC*): kendaraan bermotor dengan roda 2 atau roda 3 (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3 yang kecil).
 - 5) Kendaraan tak bermotor (*UM*): kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi: Sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong)
- b. Pencatatan arus lalu lintas dipisahkan tiap interval 15 menit pada kondisi jam puncak disiang hari. Pencatatan arus lalu lintas untuk mengetahui jam puncak dilaksanakan pada siang hari pukul 11.30 – 13.30.
5. Pelaksanaan penelitian
- Setelah diadakan persiapan dan penentuan waktu penelitian untuk langkah selanjutnya adalah melaksanakan penelitian sebagai berikut:
- a. Pencacahan volume kendaraan tiap pergerakan setiap lengan persimpangan dengan 6 – 7 *surveyor*.
 - b. Pengukuran lebar jalan setiap lengan persimpangan dan lebar median juga menggunakan 2 *surveyor*.
 - c. Pengamatan kondisi lingkungan di sekitar persimpangan dengan mengamati aktifitas yang ada meliputi aktifitas pejalan kaki, parkir, dan pedagang kaki lima dengan menggunakan 2 *surveyor*.



Gambar 5. Denah Penempatan Surveyor

- d. Untuk tugas surveyor sebagai berikut:

- 1) Untuk A bertugas mencatat pergerakan yang ada di lengan sisi barat (Jl. Komodor Yos Sudarso) yang belok kiri dan lurus yaitu:
 - a) A1 bertugas mencatat sepeda motor (*MC*) yang belok kiri.

- b) A2 bertugas mencatat kendaraan ringan dan kendaraan sedang (*LV* dan *MV*) yang belok kiri.
 - c) A3 bertugas mencatat kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor (*HV* dan *UM*) yang belok kiri.
 - d) A4 bertugas mencatat sepeda motor (*MC*) yang lurus.
 - e) A5 bertugas mencatat kendaraan ringan dan kendaraan sedang (*LV* dan *MV*) yang lurus.
 - f) A6 bertugas mencatat kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor (*HV* dan *UM*) yang lurus.
- 2) Untuk B bertugas mencatat pergerakan yang ada di lengan sisi timur (Jl. Dr. Radjiman) yang belok kiri, belok kanan, dan lurus yaitu:
 - a) B1 bertugas mencatat sepeda motor (*MC*) yang belok kiri.
 - b) B2 bertugas mencatat kendaraan ringan dan kendaraan sedang (*LV* dan *MV*) yang belok kiri.
 - c) B3 bertugas mencatat kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor (*HV* dan *UM*) yang belok kiri.
 - d) B4 bertugas mencatat sepeda motor (*MC*) yang lurus.
 - e) B5 bertugas mencatat kendaraan ringan dan kendaraan sedang (*LV* dan *MV*) yang lurus.
 - f) B6 bertugas mencatat kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor (*HV* dan *UM*) yang lurus.
- 3) Untuk C bertugas mencatat pergerakan yang ada di lengan sisi timur (Jl. Dr. Radjiman) yang lurus yaitu:
 - a) C1 bertugas mencatat sepeda motor (*MC*) yang lurus.
 - b) C2 bertugas mencatat kendaraan ringan dan kendaraan sedang (*LV* dan *MV*) yang lurus.
 - c) C3 bertugas mencatat kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor (*HV* dan *UM*) yang lurus.
- 4) Untuk D bertugas mencatat pergerakan yang ada disisi barat (Jl. Komodor Yos Sudarso) yang belok kanan dari pergerakan sisi timur (Jl. Dr. Radjiman) dan dari pergerakan sisi selatan (Jl. Komodor Yos Sudarso) yaitu:
 - a) D1 bertugas mencatat sepeda motor (*MC*) yang belok kanan.
 - b) D2 bertugas mencatat kendaraan ringan dan kendaraan sedang (*LV* dan *MV*) yang belok kanan.

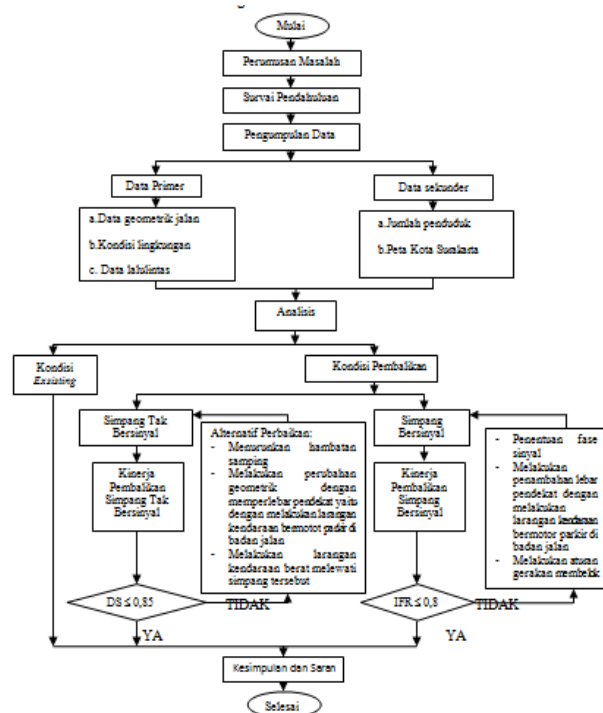
- c) D3 bertugas mencatat kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor (HV dan UM) yang belok kanan.
 - d) D4 bertugas mencatat sepeda motor (MC) yang belok kanan.
 - e) D5 bertugas mencatat kendaraan ringan dan kendaraan sedang (LV dan MV) yang belok kanan.
 - f) D6 bertugas mencatat kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor (HV dan UM) yang belok kanan.
- 5) Selain *surveyor* yang disebutkan di atas ada *surveyor* tambahan tiap lengan.

6. Tahapan analisis

Adapun analisis yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Melakukan analisis kinerja simpang tak bersinyal kondisi eksisting berdasarkan data yang diperoleh secara langsung di lapangan maupun dari instansi terkait.
- b. Setelah dilakukan analisis kinerja simpang tak bersinyal kondisi eksisting kemudian dilakukan analisis kinerja simpang dengan alternatif pembalikan arah arus lalu lintas kondisi simpang tak bersinyal.
- c. Kemudian melakukan analisis kinerja simpang kondisi pembalikan arah arus lalu lintas dengan menjadikan simpangnya simpang bersinyal.

Bagan Alur Penelitian



Gambar 6. Bagan Alur Penelitian

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

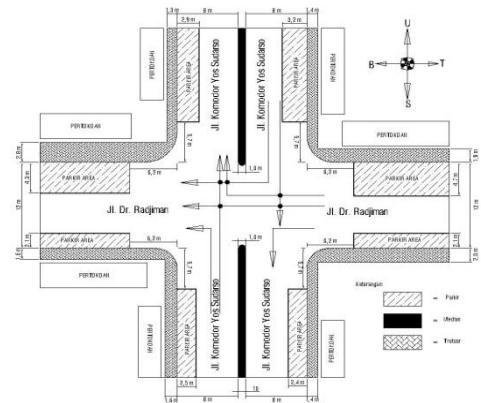
Data Simpang

Berdasarkan hasil survei pada simpang empat tak bersinyal Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso, yang dilaksanakan selama dua hari dengan hari yang berbeda yaitu pada:

1. Hari Selasa, tanggal 19 Nopember 2013
 2. Hari Sabtu, tanggal 23 Nopember 2013
- Diperoleh data sebagai berikut:

Kondisi Geometrik

Data geometrik pada simpang tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Denah Simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso Kondisi Eksisting Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui:

- a. Pendekat Utara adalah Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur dan Barat
 Lebar pendekat: 4,8 meter
 Lebar median : 1 meter
 Lebar parkir : 3,2 dan 2,9 meter
 Lebar trotoar : 1,4 dan 1,3 meter
 Tidak terdapat bahu jalan
 Kelandaian jalan diperkirakan sekitar 0%
- b. Pendekat Selatan adalah Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur dan Barat
 Lebar pendekat: 5,5 meter
 Lebar median : 1 meter
 Lebar parkir : 2,4 dan 2,5 meter
 Lebar trotoar : 1,4 dan 1,6 meter
 Tidak terdapat bahu jalan
 Kelandaian jalan diperkirakan sekitar 0%
- c. Pendekat Timur adalah Jl. Dr. Radjiman sisi Timur
 Lebar pendekat: 5,2 meter
 Lebar parkir : 4,7 dan 2,1 meter
 Lebar trotoar : 1,9 dan 2,0 meter
 Tidak terdapat median
 Tidak terdapat bahu jalan
 Kelandaian jalan diperkirakan sekitar 0%

Kondisi Lingkungan

- Simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso merupakan simpang tak bersinyal di Kota Surakarta yang merupakan simpul pergerakan ke pusat – pusat kegiatan ekonomi dan jalan penghubung ke Kabupaten Sukoharjo.
- Lingkungan pada simpang tersebut merupakan daerah lingkungan komersil. Hal ini terlihat banyak terdapat pertokoan seperti toko sepatu, perlengkapan muslim, restoran, dan lain - lain.
- Simpang tersebut di atas mempunyai hambatan samping yang tinggi. Hal ini terlihat dari banyaknya aktifitas pada pendekatan simpang seperti angkutan umum yang berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, pejalan kaki yang menyebrang jalan cukup banyak, banyaknya pedagang kaki lima yang ada di trotoar, dan kendaraan yang parkir di badan jalan.
- Jumlah penduduk Kota Surakarta menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2013, yaitu 557.251 ribu jiwa.

Kondisi Lalulintas

- Arus lalulintas pada simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso masih diatur oleh petugas pembantu lalulintas.
- Pergerakan yang terjadi pada Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur yaitu: pergerakan dari Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur menuju Jl. Dr. Radjiman sisi Barat (belok kanan) dan menuju Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur (lurus).
- Pergerakan yang terjadi pada Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat yaitu: pergerakan dari Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat menuju Jl. Dr. Radjiman sisi Barat (belok kiri) dan menuju Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat (lurus).
- Pergerakan yang terjadi pada Jl. Dr. Radjiman sisi Timur yaitu: pergerakan dari Jl. Dr. Radjiman sisi Timur menuju Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur (belok kiri), menuju Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat (belok kanan), dan menuju Jl. Dr. Radjiman sisi Barat (lurus).

Perhitungan Arus Lalulintas

Data arus lalulintas pada simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso diambil dari pencatatan di lapangan secara langsung dengan interval 15 menit. Data pada simpang tersebut kemudian dilakukan perhitungan arus lalulintas untuk kendaraan/15menit dijumlahkan menjadi

kendaraan/jam. Nilai tersebut kemudian diubah ke dalam satuan mobil penumpang (smp/jam) dengan mengalikan faktor konversi kendaraan bermotor atau ekuivalen mobil penumpang (smp) sehingga didapat hasil perhitungan arus lalulintas dalam kondisi jam puncak (smp/jam) pada hari Selasa, 19 Nopember 2013 dan hari Sabtu, 23 Nopember 2013. Arus lalulintas jam puncak pada hari Selasa terjadi pada jam 12.30 - 13.30 yaitu sebesar 3002 smp/jam. Arus lalulintas jam puncak pada hari Sabtu terjadi jam 12.00 - 13.00 yaitu sebesar 3334 smp/jam.

Perhitungan volume lalulintas untuk masing – masing pendekatan diperoleh dari perhitungan arus lalulintas pada jam puncak dengan mencacah jumlah kendaraan yang lewat di setiap pendekatan berdasarkan jenis kendaraan dan arah pergerakannya kemudian dikalikan dengan faktor emp tiap jenis kendaraan.

Hari/Tanggal: Selasa, 19 Nopember 2013

Arus lalulintas total untuk masing – masing arah lalulintas:

$$Q_{Utara} = 879 + 0 + 245 = 1124 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{Selatan} = 780 + 301 + 0 = 1081 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{Timur} = 506 + 167 + 124 = 797 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{Barat} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ smp/jam}$$

Hari/Tanggal: Sabtu, 23 Nopember 2013

Arus lalulintas total untuk masing – masing arah lalulintas:

$$Q_{Utara} = 922 + 0 + 254 = 1176 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{Selatan} = 738 + 470 + 0 = 1208 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{Timur} = 662 + 201 + 88 = 951 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{Barat} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ smp/jam}$$

Hasil perhitungan volume lalulintas didapatkan hasil arus lalulintas total untuk masing – masing arah pergerakan dengan satuan smp/jam kemudian data tersebut dipakai untuk perhitungan arus lalulintas sehingga didapat volume simpang dalam kondisi 1 jam puncak (smp/jam) pada hari Selasa, 19 Nopember 2013 dan hari Sabtu, 23 Nopember 2013.

Hasil dari kedua perhitungan arus lalulintas jam puncak diperoleh jumlah arus lalulintas paling besar yaitu: Sabtu, 23 Nopember 2013 sebesar 3334 smp/jam kemudian data lalulintas ini dipakai dalam analisis.

Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil perhitungan lalulintas diperoleh volume simpang dalam kondisi 1 jam puncak (smp/jam) kemudian data tersebut dipakai dalam analisis perhitungan kapasitas simpang kondisi eksisting.

1. Jumlah Lajur, Tipe Simpang dan Nilai Kapasitas Dasar

- a. Jumlah lajur
Jumlah lajur didapat dari perhitungan lebar rata – rata pendekat.
$$W_{utama} = \frac{4,8+5,5}{2} = 5,15 \text{ m}$$
$$5,15 \text{ m} < 5,5 \text{ m, maka jumlah lajur 2 (total untuk kedua arah)}$$
$$W_{minor} = 5,2 \text{ m}$$
$$5,2 \text{ m} < 5,5 \text{ m, maka jumlah lajur 2 (total untuk kedua arah)}$$
 - b. Tipe simpang
Tipe simpang menunjukkan banyaknya lengan simpang dan lajur pada jalan utama dan jalan simpang yaitu kode simpang adalah 322.
 - c. Nilai kapasitas dasar
Nilai $C_o = 2700 \text{ smp/jam}$.
2. Faktor Koreksi Lebar Pendekat
$$W_e = \frac{5,2 + 4,8 + 5,5}{3}$$
$$= 5,167 \text{ m}$$
Nilai faktor koreksi lebar masuk diperoleh rumus:
$$F_w = 0,73 + 0,0760 W_e$$
$$= 0,73 + 0,0760 \cdot 5,167$$
$$= 1,123$$
 3. Faktor koreksi Median Jalan Utama
Pada jalan utama terdapat median, tetapi lebarnya kurang dari 3 meter dan pada jalan minor tidak terdapat median. Faktor koreksi median diperoleh $F_M = 1,05$
 4. Faktor koreksi ukuran kota
Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2013 jumlah penduduk Kota Surakarta yaitu sebesar 557.251 ribu jiwa. Nilai ukuran kota (CS) termasuk sedang dan faktor koreksi ukuran kota diperoleh nilai $F_{CS} = 0,94$
 5. Faktor koreksi tipe lingkungan jalan
Tipe lingkungan jalan dan hambatan samping dari hasil survai di lapangan secara langsung diperoleh data primer sebagai berikut:
 - a. Lingkungan sekitar simpang tersebut adalah komersial terlihat dari banyaknya pertokoan yang ada pada sekitar simpang.
 - b. Hambatan samping pada simpang adalah tinggi karena banyak angkutan umum atau kota dan bis menurunkan dan menaikkan penumpang di sekitar simpang, becak yang parkir di sekitar simpang, pejalan kaki yang menyebrang jalan, dan parkir kendaraan bermotor di badan jalan.
 - c. Rasio kendaraan tak bermotor
Berdasarkan lampiran pada kondisi eksisting arus lalu lintas diperoleh data sebagai berikut:
Jumlah total kendaraan tak bermotor = 195 kend/jam

Jumlah total arus lalu lintas = 5104 kend/jam

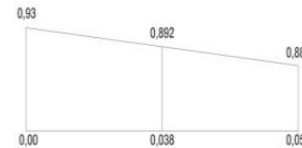
$$P_{UM} = \frac{195}{5104} = 0,038$$

Nilai F_{RSU} pada rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM}) sebagai berikut:

$$P_{UM1} = 0,00 ; F_{RSU} = 0,93$$

$$P_{UM2} = 0,05 ; F_{RSU} = 0,88$$

Nilai F_{RSU} pada rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM}) sebesar 0,892 diperoleh dengan cara interpolasi sebagai berikut:



Gambar 8. Interpolasi Nilai F_{RSU}

6. Faktor koreksi belok
 - a. Faktor koreksi belok kiri
Jumlah arus lalu lintas belok kiri = 670 smp/jam
Jumlah total arus lalu lintas = 3334 smp/jam
Nilai P_{LT} (rasio belok kiri)
$$P_{LT} = \frac{670}{3334} = 0,201$$
Nilai faktor F_{LT} adalah
$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT}$$
$$= 0,84 + 1,61 \cdot 0,201$$
$$= 1,164$$
 - b. Faktor koreksi belok kanan
Jumlah arus lalu lintas belok kanan = 342 smp/jam
Jumlah total arus lalu lintas = 3334 smp/jam
$$P_{RT} = \frac{342}{3334} = 0,103$$
Nilai faktor F_{RT} adalah 1 (untuk simpang empat lengan)
7. Faktor koreksi rasio jalan simpang
Jumlah arus lalu lintas simpang = 951 smp/jam
Jumlah total arus lalu lintas = 3334 smp/jam
Nilai P_{MI} (Rasio Arus Jalan Simpang)
$$P_{MI} = \frac{951}{3334} = 0,285$$
Tipe simpang 322 nilai F_{MI} adalah
$$F_{MI} = 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$$
$$F_{MI} = 1,19 \times (0,285)^2 - 1,19 \times (0,285) + 1,19$$
$$= 0,947$$
8. Perhitungan kapasitas
$$C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$
$$C = 2700 \times 1,123 \times 1,05 \times 0,94 \times 0,892 \times 1,164 \times 0,995 \times 0,947$$
$$= 2928 \text{ smp/jam}$$
9. Menghitung derajat kejenuhan

$$DS = \frac{Q}{c}$$

(DS yang diijinkan menurut MKJI 1997 < 0,85)

$$DS = \frac{3334}{2928} = 1,139$$

Nilai DS yang digunakan adalah sebesar 1 karena apabila nilai DS lebih dari atau sama dengan 1 maka jalan sudah mengalami kemacetan.

10. Analisis waktu tunda (*delay*)

- a. Tundaan rata – rata seluruh simpang (DT_1) sebagai berikut:

$$DT_1 = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS)} - (1 - DS) \times 2$$

$$DT_1 = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 1,139)} - (1 - 1,139) \times 2 = 25,504 \text{ detik/smp}$$

- b. Tundaan rata – rata untuk jalan utama (D_{MA}) sebagai berikut:

$$D_{MA} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS)} - (1 - DS) \times 1,8$$

$$D_{MA} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 1,139)} - (1 - 1,139) \times 1,8 = 16,204 \text{ detik/smp}$$

- c. Tundaan rata – rata untuk jalan minor (D_{MI}) sebagai berikut:

$$D_{MI} = \frac{Q_{total} \times D_t - Q_{MA} \times D_{MA}}{Q_{MI}}$$

$$D_{MI} = \frac{3334 \times 25,504 - 2384 \times 16,204}{951} = 48,817 \text{ detik/smp}$$

- d. Tundaan geometrik simpang (DG)

Untuk $DS > 1$, maka $DG = 4$

$DS < 1$, maka $DG = (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4$

Untuk $DS = 1,139$ maka $DG = 4$

- e. Tundaan simpang (D)

Berdasarkan MKJI 1997 digunakan rumus sebagai berikut:

$$D = DT + DG$$

$$D = DT + DG$$

$$= 25,504 + 4$$

$$= 29,504 \text{ detik/smp}$$

11. Peluang antrian

Nilai peluang antrian analisis peluang antrian (Q_p %) sebagai berikut:

$$QP\% \text{ (atas)} = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

$$QP\% \text{ (bawah)} = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

Sehingga untuk nilai peluang antrian:

$$Q_{p\text{bawah}} = 9,02 \times 1,139 + 20,66 \times 1,139^2 + 10,49 \times 1,139^3 = 53\%$$

$$Q_{p\text{atas}} = 47,71 \times 1,139 - 24,68 \times 1,139^2 + 56,47 \times 1,139^3 = 106\%$$

Berdasarkan hasil analisis perhitungan kinerja simpang tak bersinyal kondisi eksisting pada Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso

menunjukkan bahwa simpang tersebut mengalami tingkat kemacetan cukup tinggi pada jam sibuk. Hal ini terlihat dari hasil arus total lalu lintas yang melewati simpang tersebut melebihi kapasitas sehingga menyebabkan nilai derajat kejenuhan melebihi dari nilai standar ($DS > 0,85$), peluang antrian yang lebih dari 100% dan tundaan simpang yang masih tinggi.

Nilai standar yang ada pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 agar simpang tak bersinyal dinyatakan tidak mengalami kemacetan apabila nilai derajat kejenuhan lebih kecil dari 0,85 ($DS < 0,85$). Akan tetapi pada kenyataannya jalan tersebut nilai derajat kejenuhan lebih dari yang diisyaratkan ($DS = 1,139$). Oleh karena itu pada simpang tersebut perlu dilakukan analisis ulang agar diperoleh nilai derajat kejenuhan yang memenuhi standar. Beberapa alternatif usulan perbaikan yang akan dilakukan agar dapat menaikkan kapasitas adalah.

1. Alternatif 1 melakukan pembalikan arah arus lalu lintas dengan kondisi simpang tak bersinyal.
2. Alternatif 2 melakukan pembalikan arah arus lalu lintas dengan kondisi simpang bersinyal.

Analisis Alternatif Pertama

Alternatif ini dilakukan dengan cara pembalikan arah arus lalu lintas, tetapi kondisi simpang masih merupakan simpang tak bersinyal.

Perencanaan pembalikan arah arus lalu lintas

Pembalikan arah arus lalu lintas yang akan dilakukan adalah dengan merubah arus Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat yang menuju ke Jl. Dr. Radjiman sisi Barat maupun lurus menuju ke Jl. Komodor Yos Sudarso (ke pusat Kota Surakarta) dipindahkan ke Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur, sedangkan pada Jl. Dr. Radjiman sisi Timur kendaraan yang belok kiri dipindahkan ke Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat dan kendaraan yang belok kanan dipindahkan ke Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur.

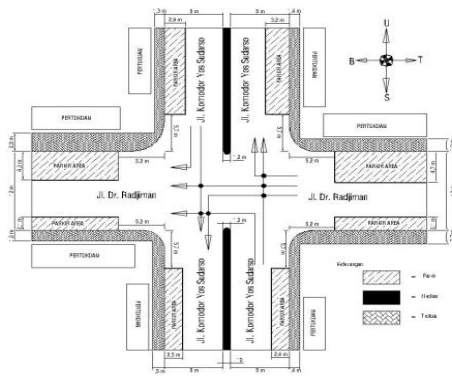
Analisis kinerja simpang kondisi pembalikan arah arus lalu lintas

Meskipun ada perubahan pergerakan pada alternatif satu ini, tetapi ada beberapa hal yang tidak mengalami perubahan, yaitu:

- Kondisi Geometrik

Data kondisi geometrik simpang tidak mengalami perubahan, tetapi arah arus lalu lintas mengalami perubahan, sedangkan lebar pendekatan, faktor koreksi lebar pendekatan,

berat melewati simpang tersebut diperoleh nilai derajat kejenuhan ($DS = 0,887$), peluang antrian 32% - 62%, dan tundaan simpang sebesar 15,045 detik/smp.



- Data arus lalu lintas
- Data survei arus lalu lintas pada kondisi eksisting dipakai pada analisis pembalikan arah arus lalu lintas.

Hasil analisis kinerja simpang tak bersinyal dengan melakukan pembalikan arah arus lalu lintas simpang tersebut menjadi lebih baik hal ini terlihat dari nilai derajat kejenuhan (DS), peluang antrian (QP), dan tundaan simpang (D) menjadi berkurang. Hal ini terjadi karena pada pembalikan arah arus lalu lintas dilakukan beberapa percobaan yaitu dimana kondisi pembalikan arah arus lalu lintas itu sendiri diperoleh nilai derajat kejenuhan lebih kecil dari kondisi eksisting ($DS = 1,124$), peluang antrian 51% - 103%, dan tundaan simpang sebesar 27,711 detik/smp. Skenario pertama yaitu menurunkan nilai hambatan samping dari komersial tinggi menjadi komersial sedang dengan pemasangan rambu larangan angkutan kota atau umum, bis, dan becak berhenti sekitar simpang untuk menurunkan dan menaikkan penumpang, membuat *zebra cross* untuk pejalan kaki yang menyebrang jalan diperoleh nilai derajat kejenuhan menjadi lebih kecil dari sebelumnya $DS = 1,111$, peluang antrian 50% - 100%, dan tundaan simpang sebesar 26,425 detik/smp. Skenario kedua merubah geometrik jalan dengan cara mempelebar pendekatan yaitu dengan melakukan larangan kendaraan bermotor parkir di badan jalan dengan jarak 100 m dari simpang sehingga menjadi 8 m (pendekat Timur dan Barat) untuk jalan utama dan 12 m (pendekat Utara dan Selatan) untuk jalan minor diperoleh nilai derajat kejenuhan lebih baik dari sebelumnya $DS = 0,931$, peluang antrian 35% - 69%, dan tundaan simpang sebesar 16,347 detik/smp. Percobaan pembalikan arah arus lalu lintas dengan melakukan larangan kendaraan

Analisis Alternatif Kedua

Berdasarkan alternatif pertama masih perlu dilakukan percobaan – percobaan yang lain untuk memperoleh nilai derajat kejenuhan kurang dari 0,85. Oleh karena itu perlu alternatif yang lain lagi yaitu: pembalikan arah arus lalu lintas serta menjadikan simpangnya simpang bersinyal. Alternatif dengan pembalikan arus lalu lintas simpang bersinyal ini diharapkan dapat mengurangi kemacetan dan konflik pada Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso.

Beberapa hal terkait dengan alternatif kedua ini adalah sebagai berikut:

- Kondisi lingkungan pada alternatif ini tidak mengalami perubahan yaitu sama pada saat kondisi eksisting simpang tak bersinyal.
- Secara umum kondisi geometrik tidak mengalami perubahan (meliputi: lebar pendekat, lajur, dan lebar trotoar).
- Kondisi sinyal pada simpang tersebut secara umum direncanakan dengan pengaturan 3 fase, gerakan belok kiri dikendalikan oleh lampu bersinyal, dan waktu sinyal dianalisis berdasarkan data volume lalu lintas.
- Fase pertama (pendekat utara) adalah kendaraan pada Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat menuju Jl. Dr. Radjiman sisi Barat (belok kiri) dan Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat menuju Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat (lurus atau ke Kabupaten Sukoharjo dan Wonogiri) arus berangkat bersamaan.
- Fase kedua (pendekat timur) adalah kendaraan pada Jl. Dr. Radjiman sisi Timur menuju Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat (belok kiri) maupun sisi Timur (belok kanan), dan menuju Jl. Dr. Radjiman sisi Barat (lurus) arus berangkat bersamaan.
- Fase ketiga (pendekat selatan) adalah kendaraan pada Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur menuju Jl. Dr. Radjiman sisi Barat (belok kiri) dan Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat yang menuju Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat (lurus atau ke pusat Kota Surakarta) arus berangkat bersama.

Analisis kinerja simpang bersinyal kondisi skenario pertama

a. Pengaturan sinyal pada percobaan ini menggunakan 3 fase

b. Waktu antar hijau (*intergreen*)

Berdasarkan MKJI 1997 untuk nilai normal waktu antar hijau sebagai berikut:

- Selatan = 4 detik/fase (karena lebar jalan rata – rata adalah 5,1 m)
- Utara = 4 detik/fase (karena lebar rata – rata adalah 5,6 m)
- Timur = 4 detik/fase (karena lebar rata – rata adalah 5,2 m)

$$LTI = \sum \text{intergreen}$$

$$LTI = 4 + 4 + 4 = 12 \text{ detik}$$

c. Data arus lalu lintas

Data arus lalu lintas yang dipakai dalam analisis perencanaan simpang bersinyal ini adalah data pada pembalikan arah arus lalu lintas kondisi simpang tak bersinyal. Arus lalu lintas jam puncak pada hari Selasa terjadi pada jam 12.30-13.30 yaitu sebesar 1982 smp/jam dan arus lalu lintas jam puncak pada hari Sabtu terjadi jam 12.00-13.00 yaitu sebesar 2218 smp/jam.

1) Nilai rasio kendaraan belok kiri (P_{LT}) sebagai berikut:

$$P_{LT} = \frac{LT \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}} \right)}{\text{Total} \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}} \right)}$$

- Pendekat Utara
 $P_{LT} = 0 / 784 = 0,000$
- Pendekat Selatan
 $P_{LT} = 310 / 793 = 0,39$
- Pendekat Timur
 $P_{LT} = 123 / 677 = 0,18$

2) Nilai rasio belok kanan (P_{RT}) sebagai berikut:

$$P_{RT} = \frac{RT \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}} \right)}{\text{Total} \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}} \right)}$$

- Pendekat Utara
 $P_{RT} = 167 / 784 = 0,21$
- Pendekat Selatan
 $P_{RT} = 0 / 793 = 0,00$
- Pendekat Timur
 $P_{RT} = 66 / 677 = 0,10$

3) Nilai rasio kendaraan tak bermotor sebagai berikut:

$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{MV}$$

- Pendekat Utara
 $P_{UM} = \frac{84}{1813} = 0,05$
- Pendekat Selatan
 $P_{UM} = \frac{52}{1889} = 0,03$
- Pendekat Timur
 $P_{UM} = \frac{59}{1402} = 0,04$

4) Persinyalan dan nilai arus jenuh

a. Jumlah fase sinyal yang direncanakan pada simpang tersebut adalah 3 fase.

b. Perhitungan lebar pendekat efektif .

Tabel 1. Hasil Perhitungan Lebar Efektif

Pendekat	W_A (m)	W_{ENTRY} (m)	W_{LATOR} (m)	W_{EXIT} (m)	W_e (m)
Utara	5,1	5,1	0	5,1	5,1
Selatan	5,6	5,6	0	5,6	5,6
Timur	5,2	5,2	0	5,2	5,2

c. Perhitungan arus jenuh dasar

Nilai tipe terlindung diperoleh sebagai berikut:

$$S = 600 \times W_e$$

- Pendekat Utara
 $S_O = 600 \times 5,1 = 3060 \text{ smp/jam hijau}$
- Pendekat Selatan
 $S_O = 600 \times 5,6 = 3360 \text{ smp/jam hijau}$
- Pendekat Timur
 $S_O = 600 \times 5,2 = 3120 \text{ smp/jam hijau}$

5) Perhitungan faktor penyesuaian

a. Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2013 jumlah penduduk Kota Surakarta yaitu sebesar 557.251 ribu jiwa. Nilai faktor koreksi penyesuaian ukuran kota adalah 0,94.

b. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})

- Lingkungan jalan pada sekitar simpang tersebut adalah komersial terlihat dari banyaknya pertokoan yang ada pada sekitar simpang.
- Hambatan samping pada simpang adalah tinggi karena banyak angkutan umum atau kota dan bis menurunkan dan menaikkan penumpang di sekitar simpang, becak yang parkir di sekitar simpang, pejalan kaki yang menyebrang jalan, dan parkir kendaraan bermotor di badan jalan.
- Rasio kendaraan tak bermotor

Pendekat Utara

Jumlah total kendaraan tak bermotor = 84 kend/jam

Jumlah total arus lalu lintas = 1813 kend/jam

$$P_{UM} = \frac{84}{1813} = 0,05$$

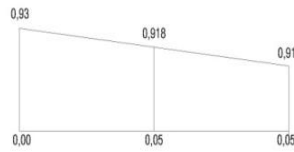
Nilai F_{SF} pada rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM}) sebagai berikut:

$$P_{UM1} = 0,00 ; F_{SF} = 0,93$$

$$P_{UM2} = 0,05 ; F_{SF} = 0,91$$

Nilai F_{SF} pada rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM}) sebesar 0,918

diperoleh dengan cara interpolasi sebagai berikut:



Gambar 11. Interpolasi Nilai F_{SF}
Hasil perhitungan faktor penyesuaian hambatan samping untuk pendekat yang lain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Pendekat	Lingku ngan jalan	Tingkat hambat an samping	Ti pe fa se	P_{UM}	F_{SF}
Utara	COM	Tinggi	P	0,029	0,918
Selatan	COM	Tinggi	P	0,046	0,912
Timur	COM	Tinggi	P	0,043	0,913

c. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G)

Nilai faktor penyesuaian kelandaian (0%). Hasil faktor penyesuaian kelandaian untuk semua pendekat adalah $F_G = 1,0$

d. Faktor penyesuaian parkir (F_P)

Menurut MKJI 1997 nilai waktu hijau untuk perencanaan simpang bersinyal menggunakan nilai normal yaitu: 26 detik.

$$F_P = [L_P/3 - (W_A - 2) \times (L_P/3 - g)/W_A]/g$$

- Pendekat Utara

$$F_P = [5,7/3 - (5,1 - 2) \times (5,7/3 - 26)/5,1]/26 = 0,63$$

- Pendekat Selatan

$$F_P = [5,7/3 - (5,6 - 2) \times (5,7/3 - 26)/5,6]/26 = 0,67$$

- Pendekat Timur

$$F_P = [6,2/3 - (5,2 - 2) \times (6,2/3 - 26)/5,2]/26 = 0,65$$

e. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Perencanaan simpang bersinyal ini untuk pendekat tipe terlindung, jalan dua arah, tetapi ada median, maka nilai F_{RT} tiap pendekat sebesar 1,0.

f. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Nilai F_{LT} yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$$

- Pendekat Utara

$$F_{LT} = 1,0 - 0 \times 0,16 = 1,00$$

- Pendekat Selatan

$$F_{LT} = 1,0 - 0,39 \times 0,16 = 0,94$$

- Pendekat Timur

$$F_{LT} = 1,0 - 0,18 \times 0,16 = 0,97$$

6) Perhitungan arus jenuh disesuaikan

Nilai arus jenuh disesuaikan diperoleh seperti dibawah ini.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

- Pendekat Utara

$$S = 3060 \times 0,94 \times 0,91 \times 1,0 \times 0,64 \times 1,0 \times 1,0 = 1675 \text{ smp/jam hijau}$$

- Pendekat Selatan

$$S = 3360 \times 0,94 \times 0,92 \times 1,0 \times 0,67 \times 1,0 \times 0,94 = 1825 \text{ smp/jam hijau}$$

- Pendekat Timur

$$S = 3120 \times 0,94 \times 0,91 \times 1,0 \times 0,65 \times 1,0 \times 0,97 = 1684 \text{ smp/jam hijau}$$

7) Perhitungan waktu siklus dan waktu hijau

a. Rasio arus jenuh (FR)

Nilai rasio arus jenuh diperoleh sebagai berikut:

$$FR = Q/S$$

- Pendekat Utara

$$FR = 784/1675 = 0,468$$

- Pendekat Selatan

$$FR = 793/1825 = 0,434$$

- Pendekat Timur

$$FR = 677/1684 = 0,402$$

b. Rasio arus simpang (IFR)

Nilai rasio arus simpang diperoleh:

$$IFR = \sum (FR_{CRIT})$$

$$IFR = 0,468 + 0,434 + 0,402 = 1,304$$

Analisis kinerja simpang bersinyal kondisi skenario kedua

Berdasarkan hasil pada skenario pertama masih diperoleh nilai rasio arus simpang lebih dari 0,8 ($IFR > 0,8$), maka perlu dilakukan skenario lagi untuk mendapatkan nilai rasio arus simpang kurang dari 0,8 ($IFR < 0,8$) dengan cara merubah geometrik jalan dengan cara mempelebar pendekat yaitu dengan melakukan larangan kendaraan bermotor parkir di badan jalan dengan jarak 100 m dari simpang sehingga menjadi 8 m untuk jalan utama dan 12 m untuk jalan minor dan menurunkan nilai hambatan samping dari komersial tinggi menjadi komersial sedang yaitu dengan pemasangan rambu larangan angkutan kota atau umum, bis, dan becak berhenti sekitar simpang untuk menurunkan dan menaikkan penumpang, membuat *zebra cross* untuk pejalan kaki yang menyebrang jalan, tidak ada lagi parkir kendaraan bermotor di badan jalan dengan jarak 100 m dari simpang diperoleh nilai derajat kejenuhan pendekat Utara sebesar 0,691, pendekat Selatan sebesar 0,694, pendekat Timur sebesar 0,614, panjang maksimum antrian 45 m, laju henti rata –

rata simpang 0,86 stop/smp, dan tundaan rata – rata simpang 24,67 detik/smp.

Analisis kinerja simpang bersinyal kondisi skenario ketiga

Pembalikan arah arus lalu lintas yang akan dilakukan adalah pergerakan arus lalu lintas yang berasal dari Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur kemudian dipindah ke Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat untuk pendekat Utara, sedangkan pergerakan arus lalu lintas yang berasal dari Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat untuk pendekat Selatan akan mulai berpindah arus lalu lintas ke ruas sisi kanan (Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Timur) ketika sudah melewati simpang tersebut. Pada perencanaan ini untuk pendekat Utara (Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat) dilakukan pengaturan dengan gerakan belok kanan jalan terus (RTOR), pendekat Selatan (Jl. Komodor Yos Sudarso sisi Barat) dalam pengaturan belok kiri boleh jalan terus (LTOR), dan pendekat Timur (Jl. Dr. Radjiman sisi Timur) untuk pengaturan belok kiri boleh jalan terus (LTOR) dan pengaturan belok kanan boleh jalan terus (RTOR) diperoleh nilai derajat kejenuhan pendekat Utara sebesar 0,777, pendekat Selatan sebesar 0,784, pendekat Timur sebesar 0,783, panjang maksimum antrian 73,333 m, laju henti rata – rata simpang 0,924 stop/smp, dan tundaan rata – rata simpang 32,761 detik/smp.

Analisis kinerja simpang bersinyal kondisi skenario keempat

Skenario keempat ini direncanakan untuk lebih mengoptimalkan lagi kinerja simpang bersinyal ketika ada pembalikan arah arus lalu lintas. Hal – hal yang terkait pada skenario ini yaitu pada skenario ini pendekat Timur untuk belok kiri jalan terus (LTOR) dihilangkan sehingga arus yang ada pada pendekat Timur hanya lurus (ST) dan belok kanan jalan terus (RTOR) diperoleh nilai derajat kejenuhan untuk pendekat Utara sebesar 0,762, pendekat Selatan 0,780, pendekat Timur 0,715, panjang maksimum antrian 66,667 m, laju henti rata – rata simpang 0,905 stop/smp, dan tundaan rata – rata simpang 27,422 detik/smp.

Analisis kinerja simpang bersinyal kondisi skenario kelima

Hal – hal yang terkait pada skenario ini pada skenario ini pendekat Timur untuk belok kiri jalan terus (LTOR) dan belok kanan terus (RTOR) dihilangkan sehingga arus yang ada pada pendekat

Timur hanya lurus (ST) diperoleh nilai derajat kejenuhan pendekat Utara 0,787, pendekat Selatan 0,766, pendekat Timur 0,590, panjang maksimum antrian 66,667 m, laju henti rata – rata simpang 0,893 stop/smp, dan tundaan rata – rata simpang 26,426 detik/smp.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kinerja simpang kondisi eksisting diperoleh Nilai kapasitas yang terjadi pada jam puncak hari Sabtu sebesar 2928 smp/jam, nilai derajat kejenuhan pada hari Sabtu sebesar 1,139, tundaan simpang pada hari Sabtu sebesar 29,504 detik/smp, peluang antrian pada hari Sabtu sebesar 53 % - 106 %. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa simpang tersebut sudah tidak layak lagi.
2. Setelah dilakukan beberapa alternatif percobaan diperoleh hasil pembalikan arah arus lalu lintas simpang tak bersinyal yang terbaik yaitu: menurunkan hambatan samping dari tinggi menjadi sedang, merubah geometrik jalan dengan cara mempelebar pendekat (melakukan larangan kendaraan bermotor parkir di badan jalan), melakukan larangan kendaraan berat (meliputi: Bis, Truk 2 as, Truk 3 as, dan Truk kombinasi) melewati simpang tersebut dari jam 08.00 – 18.00, sehingga menghasilkan nilai kapasitas pada hari Sabtu sebesar 3583 smp/jam, nilai derajat kejenuhan sebesar 0,893, tundaan simpang sebesar 18,803 detik/smp, dan peluang antrian sebesar 32 % - 63 %.
3. Setelah dilakukan pembalikan arah arus lalu lintas dengan perencanaan simpang bersinyal diperoleh yang terbaik yaitu: melakukan larangan kendaraan bermotor parkir di badan jalan dengan jarak 100 m dari simpang dan menurunkan nilai hambatan samping tinggi menjadi sedang, sehingga menghasilkan nilai kapasitas pada hari Sabtu pendekat Utara sebesar 1134 smp/jam, pendekat Selatan sebesar 1143 smp/jam, dan pendekat Timur sebesar 1103 smp/jam, nilai derajat kejenuhan pendekat Utara sebesar 0,691, pendekat Selatan sebesar 0,694, dan pendekat Timur sebesar 0,614, panjang antrian maksimum sebesar 45 m, kendaraan terhenti rata – rata simpang sebesar 0,86 stop/smp, tundaan rata – rata simpang sebesar 24,67 detik/smp.

Saran

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada simpang Jl. Dr. Radjiman – Jl. Komodor Yos Sudarso kondisi eksisting dan pembalikan arah arus lalu lintas, maka penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih memaksimalkan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu ditekankan lagi (formulir klasifikasi jenis kendaraan harus disertai gambar visual agar dalam hal ini untuk jenis kendaraan sedang dan ringan bisa jelas perbedaannya) dalam pembagian kerja untuk *surveyor* dalam pengambilan data klasifikasi jenis kendaraan sehingga tidak terjadi kondisi dimana persamaan dalam pengambilan jenis kendaraan yaitu: kendaraan berat (meliputi: Bis, Truk 2 as, Truk 3 as, dan Truk kombinasi), kendaraan ringan (Mobil sedan, Kendaraan roda 3 yang besar atau untuk muatan barang, Jeep, dan Pick Up), kendaraan sedang (meliputi: Mikrotruk, Minibus).
2. Bagi penelitian selanjutnya apabila sebelum pengambilan data klasifikasi jenis kendaraan terlebih dahulu melakukan *briefing* untuk posisi *surveyor* agar ketika pengambilan tidak ada yang terlewatkan.
3. Perlu dilakukan persiapan lebih lagi mengenai sarana dan prasarana apabila cuaca pada saat pengambilan kurang mendukung (pada hari pertama tgl 19 Nopember 2013 terjadi hujan, sedangkan pada hari kedua tgl 23 Nopember 2013 tidak terjadi hujan) agar mendapatkan hasil data arus lalu lintas jam puncak yang lebih valid (data yang dipakai hari kedua atau Sabtu karena pada kondisi tersebut menunjukkan bahwa jam – jam puncak terjadi pada hari tersebut sehingga kondisi tersebut dijadikan untuk parameter atau mewakili jam puncak hari – hari yang lain).

DAFTAR PUSTAKA

- , 1997, *Manual kapasitas jalan indonesia*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Alamsyah, A.A., 2005, *Rekayasa lalu lintas*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Fathoni, A. S. M., 2005, *Perencanaan simpang stagger bersinyal dengan metode MKJI 1997*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Hobbs, F. D., 1995, *Perencanaan dan teknik lalu lintas*, Universitas Press, Yogyakarta.

- Khisty, C. J., Lall, B. K., 2003, *Dasar – dasar rekayasa transportasi jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Munawar, A., 2006, *Manajemen lalu lintas perkotaan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Oglesby, C. H., Hicks, R. G., 1993, *Teknik jalan raya*, Erlangga, Jakarta.
- Rochmawati, A., 2013, *Kinerja pada simpang tak bersinyal tiga serangkai surakarta*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Rosalyn, O., 2012, *Evaluasi kinerja simpang tidak bersinyal menggunakan program SIDRA (Studi Kasus: Jl. TNI – Jl. Tikala Ares – Jl. Daan Mogot – Jl. Pomorow di Kota Manado)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.
- Tamin, O. Z., 2000, *Perencanaan dan pemodelan transportasi*, ITB, Bandung.
- Warpani, S., 2002, *Rekayasa lalu lintas*, Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Widiyanti, E., 2002, *Analisis kapasitas dan tingkat kinerja pada simpang tak bersinyal pada jalan yos sudarso – jalan kapten pattimura di surakarta*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wisnukoro, 2008, *Analisis simpang tak bersinyal dengan menggunakan manajemen lalu lintas (Studi Kasus: Jl. Pramuka – Jl. RE. Martadinata di Kota Bandung)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.